

UDK 528.48

Vladyslav Havryshchuk, Ph.D., <https://orcid.org/0000-0003-3164-4426>Bohdan Sossa, Ph.D., <https://orcid.org/0000-0003-4484-4865>*State University of Trade and Economics (SUTE), Kyiv, Ukraine*

**SPECIFICS OF GEODETIC WORKS AS PART OF ACCEPTANCE TESTS
OF WATER DRAINAGE SYSTEMS ON BRIDGES*****Abstract***

Introduction. Testing drainage systems on bridges is a critically important step in ensuring their durability, safety, and reliability. These tests are necessary to prevent damage to the bridge structure that can be caused by excessive moisture, corrosion, and freezing water. The bridge deck is constantly exposed to atmospheric precipitation in the form of rain and snow. If the drainage system does not function properly, water will accumulate on the roadway, creating additional stress on the pavement and waterproofing layer. This can lead to rapid deterioration, cracks, and potholes. Tests ensure that all water is effectively collected and drained.

Metal bridge elements, such as reinforcement, beams, and support structures, are susceptible to corrosion, which is exacerbated by water, salt, and chemical reagents used in winter to avoid ice. Proper drainage minimizes metal contact with aggressive environments, significantly extending the life of the structure. Water that is not drained from the bridge surface contributes to increased aquaplaning, especially during heavy rain. This significantly increases the risk of road accidents. Testing helps to identify and eliminate areas where water stagnates, ensuring safe conditions for traffic.

Tests, including downpour tests or leak tests, can reveal defects that cannot be seen visually: clogged drain pipes, cracks in the waterproofing, or incorrect road surface slope. This allows problems to be quickly eliminated before they cause serious damage. Regular testing and timely repair of the drainage system is significantly cheaper than major bridge repairs, which may be caused by structural damage due to atmospheric precipitation. These measures are part of scheduled maintenance, which helps to avoid unforeseen costs in the future.

Testing drainage systems on bridges is not just a formal procedure, but an integral part of responsible infrastructure management that ensures the long-term sustainability, cost-effectiveness, and safety of bridge structures.

Problem Statement. Despite the overall importance of testing, there are no unified standards and methodologies that would allow for a complete and comprehensive analysis. Each bridge has unique characteristics (length, width, slopes, type of construction), which requires an individual approach to each test. This complicates the comparison of results and the development of universal recommendations.

Objective. The main purpose of hydraulic testing on bridges is to ensure the reliability, durability, and safety of the bridge structure through effective water drainage. These tests confirm that the drainage system is functioning properly, preventing the destructive effects of excessive moisture. Hydraulic testing is preceded by surveying work, which involves checking and recording the actual characteristics of the drainage system. This includes checking the design slopes of the road surface and drainage channels, as well as the location of catch basins and drain pipes. The accuracy of this data is critical to ensuring effective collection and drainage of water from the bridge surface, preventing stagnation and further destruction. Geodetic work on bridges has its own specific features and challenges:

- The work is often carried out in conditions of active traffic, which requires the use of modern high-precision equipment and compliance with increased safety measures.
- A bridge is a dynamic structure that is constantly exposed to temperature fluctuations. This can cause materials to expand or contract, affecting the accuracy of measurements.
- Access to some elements of the drainage system, such as internal drainage pipes or drains, may be limited, requiring the use of special methods and tools.

Thus, high-quality surveying as part of acceptance testing is an integral part of ensuring the durability, safety, and functionality of a bridge, helping to avoid hidden defects and costly repairs in the future.

Materials and methods. In studying the errors of geodetic instruments and the resulting coordinates, the method of a priori simulation modeling was used. In assessing the accuracy of geodetic work, the method of statistical analysis was used.

Results. The paper describes in detail the stages, means, and work of geodetic measurements as part of the work to verify the effective operation of the drainage system. Based on the analysis of the accuracy of geodetic work, recommendations are given on the methodology for performing observations.

Conclusions. The integration of geodetic measurements into hydraulic testing of bridges is critically important because it provides objective and documented evidence of the drainage system's compliance with design requirements. Comprehensive analysis ensures long-term reliability, cost-effectiveness, and increased traffic safety on the bridge, transforming acceptance testing into a scientifically sound process.

Keywords: errors, geodetic measurements, leveling, construction and operation of bridges, drainage, slopes.

Introduction

When performing survey and engineering-geodetic work on bridges, the work is divided into three main stages:

preparatory — obtaining the customer's technical specifications and developing contractual documentation, collecting and analyzing survey materials from previous years, conducting a reconnaissance survey of the territory, and developing a working survey project;

field stage — performing a set of field measurements and preliminary data processing to ensure their quality, completeness, and accuracy (field materials and preliminary processing materials are not included in the report and are not transferred to the customer, but are stored with the main copy of the report in the contractor's archive);

office — final processing of field measurement data with an assessment of the accuracy of the results obtained, creation of digital vector plans and drawings, study and analysis of materials from previous years' measurement work, compilation and transfer of the report to the customer [3].

This study examines in detail the field stage of work as the one that most affects the accuracy of drainage system installation and check.

Analysis of Recent Research and Publications. To carry out engineering and geodetic survey work, a number of interrelated technological processes are performed to create the specified final cartographic and geodetic information. Drawing up a work program. Surveying reference geodetic and leveling networks. Creating a planimetric and elevation geodetic network. Aerial photography of the territory. Field decoding. Stereotopographic surveying. Formatting of engineering and topographic information into digital vector and graphic form. Preparation of a technical report [3].

The procedure for creating engineering and topographic plans in terms of their content and accuracy is determined by the Technical Specifications, Procedure, DBN A.2.1-1-2008 "Engineering surveys for construction" with the application of the current "Conventional signs for topographic plans of scales 1:5000, 1:2000, 1:1000, and 1:500," taking into account the additions and explanations of Ukrgeodesykartografiya and the Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine regarding the specifics of their application [3 – 11].

The technology for creating and technical requirements for topographic plans at scales of 1:500 — 1:5000 are mandatory for all entities operating in this field, regardless of their departmental affiliation. Various methods are used to create a basis for high-precision work [13, 15]. At the same time, the issue of monitoring the geometry of structures has been fairly well researched, but drainage structures are not taken into account in such work [14].

Objective. To justify the feasibility of using engineering and geodetic measurements as part of hydraulic testing of drainage systems on bridges.

Materials and Methods

In order to conduct a more accurate survey than a topographic one, namely a 2-20 mm planimetric and height survey of structural elements, it is necessary to create a planimetric and elevation geodetic network. Such networks are created using a combined method of GNSS observations, linear-angular measurements, and levelling.

First, a special-purpose planimetric and altimetric network is created. The points of the planimetric and elevation network (bridge triangulation) are fixed with forced centring points or metal dowels drilled into concrete monolithic slabs on both sides of the bridge crossing. The type of fixing of the points is selected so as to ensure their stability and preservation. For planimetric surveys, the number of such points must be at least four, and for elevation surveys, at least two.

If necessary, combined marks mounted on bridge pillars or other stable structures can be used. These marks are used when measuring structures that are not accessible from the bridge deck. They are designed to improve the accuracy of determining the plan and elevation coordinates of structures by means of coordinate intersections, trigonometric levelling, or terrestrial laser scanning (registration and georeferencing of scans from a scanner). Steps are compiled for all points of the planimetric and elevation geodetic network. GNSS observations of points of the planimetric and elevation network are performed in static mode with a data collection frequency of 0.5-1 seconds from the NAVSTAR, GALILEO, BEIDOU, and GLONASS satellite systems. The observation session at each point must last at least 1 hour. At the same time, measurements are carried out not by a ray method, but by a network method in order to obtain all network vectors and, accordingly, sufficient reliability of the criteria for assessing the accuracy of the obtained coordinates of the network points.

Linear-angular measurements are performed by at least two full circular receptions at points and one circular reception at combined marks. The RCS of angle measurements with an electronic total station should be no more than 2 angular seconds. Linear measurements at bridge triangulation points are performed on a reflector, and at combined marks — on retro sheets. In the absence of forced centering points, reflective systems are fixed on wooden tripods located at the points throughout the entire measurement cycle.

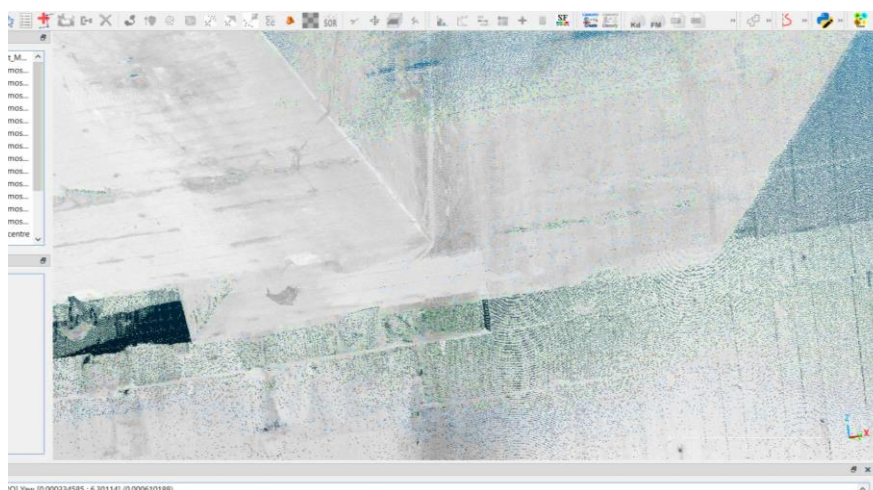
Levelling between points is performed according to a class 3 level program. It is permissible to use digital levels with an accuracy of no worse than 1.5 mm per km of double run. The use of aluminium telescopic staves is not permitted, only wooden, fibreglass and invar staves. When working on an operational bridge, it is recommended to stop traffic for the duration of the levelling or to perform the leveling during the least busy time with temporary closures at the time of measurement.

Terrestrial laser scanning can be used to obtain planimetric and elevation information about building structures and individual elements. This technology allows a large number of points to be obtained in a short time (**fig. 1**). The accuracy of coordinate determination in this way is from 5 to 20 mm, depending on the length and configuration. The biggest advantage of using ground-based laser scanning is that it provides information about all visible structures, not just individual points. The result of scanning is a point cloud, which can consist of millions or hundreds of millions of points, each of which has three-dimensional coordinates in the state coordinate system or the object coordinate system (construction grid).

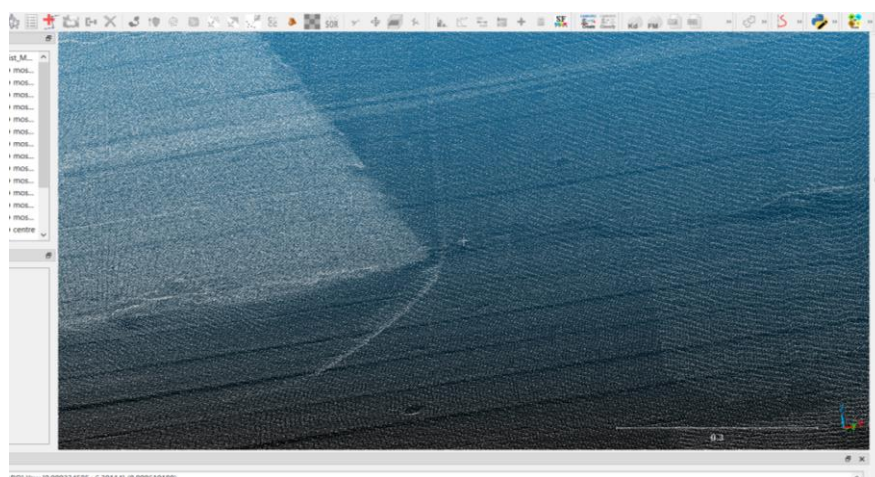


Figure 1 — Sample cloud of bridge transition points (approx. 420 million points)

The resulting point cloud can serve as a basis for further virtual surveying and determining the coordinates of individual points on structural elements of the structure. It can also be used for further wireframe or solid modelling.



a)



b)

- a) fragment approx. 10 m wide
- b) on the right — approx. 1 m.

Figure 2 — Zoom in on the point cloud

Geometric levelling is used to obtain accurate (2-3 mm) elevation coordinates of objects that require such accuracy (e.g., drainage systems). It is also optimal to use geometric levelling to determine the marks of structures located on the lower side and which are not accessible from the upper side. These can be suspended collectors, elements of arch spans, and other utilities. However, the possibility of such work is limited to viaducts with a small height (up to 5 m). If it is necessary to perform such work on aqueducts or high viaducts, trigonometric levelling is used with an electronic total station for non-reflective distance measurement. The accuracy of the points obtained in this way is about 5 mm, but may vary upwards due to long distances and a decrease in the angle of reflection of the laser beam and an increase in the inclination of the telescope. If access to such an element is possible from service channels or by other means (for example, from the platform of a hydraulic lift), mini-prisms or specially designed retro sheets are used to increase the accuracy of determining

the marks coordinates. In this case, observations are made using the full reception method (both faces measurement).

To perform trigonometric levelling, it is necessary to have combined marks on the pillars of the bridge crossing, the coordinates of which are determined from a special-purpose planimetric and elevation network. This allows you to increase the accuracy of height measurements in conditions of strong vertical refraction present on water obstacles.

Drawing up planimetric and elevation surveys of bridge structure elements. Given the specific nature of the information obtained as a result of surveying elements, it is drawn up in the form of as-build surveys. For structures where elevation coordinates are more important, the executive survey is drawn up in the form of transverse and/or longitudinal profiles. The scale of such a profile is selected depending on the length of the element and ranges from 1:2000 (H) — 1:200 (V) to 1:100 (H — 1:10 (V). It is also permissible to perform profiles at an arbitrary scale while maintaining a horizontal to vertical scale ratio of 1:10 or 1:5 to fit the paper format. The scale, ratio, or paper format is selected by the customer and specified in the Technical Specification.

In addition, combined planimetric and elevation surveys are performed to obtain information about slopes. They are drawn up either in the form of plans or in the form of plans and sections indicating the design and/or actual slopes. On such drawings, distances and marks are given in meters to two decimal places, slopes are given to one part per thousand, unless otherwise specified in the Technical Specification. At the same time, when calculating slopes, plan and elevation coordinates are used to three decimal places.

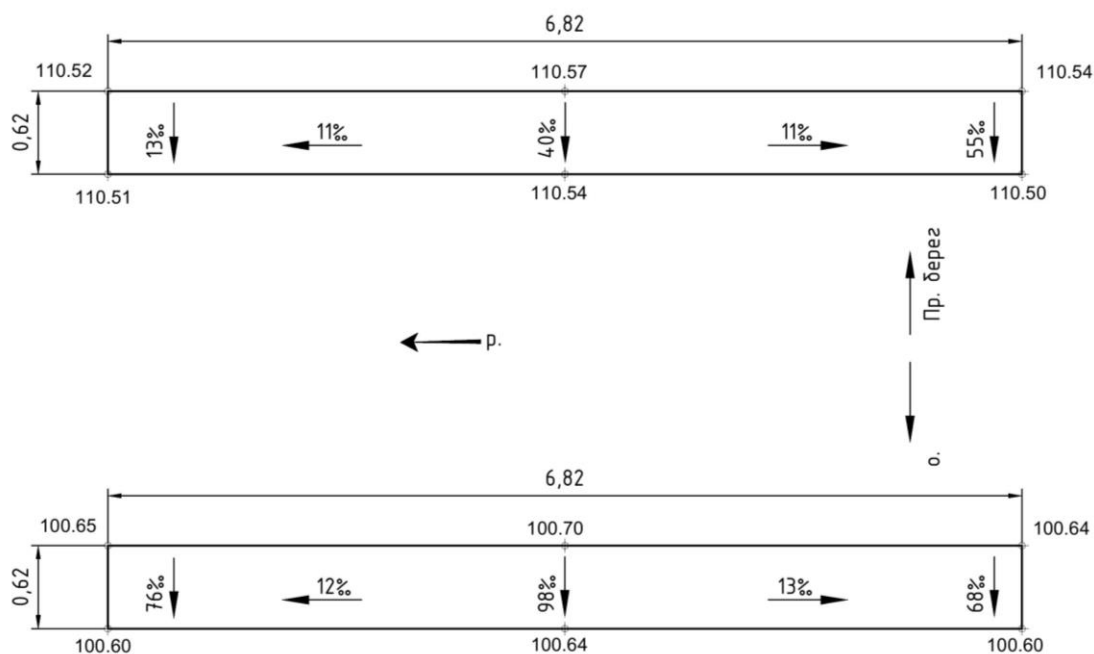


Figure 3 — Sample of combined planimetric and elevation surveying

Planimetric as-built drawings are prepared in accordance with the Technical Specification and contain planned displacements of structural elements from their design position or from construction axes, indicating the design and actual dimensions. Distances are given in millimetres or meters to three decimal places. In the case of several structures of the same type, it is permissible to indicate deviations in pairs of arrows along the axes with the values of deviations in millimetres for planned displacements and the amount of displacement with the corresponding sign in a circle for height displacements.

When installing or inspecting drainage systems, segments with a length of 6 or 12 meters are usually used. At the same time, depending on the diameter of the pipe, the slopes can be small (1 ‰, 3 ‰) and large (20 ‰). Therefore, the difference in height between the edges of the section will be from 6 mm to 240 mm. These values are ideal elevations that must be maintained. The accuracy of geodetic work determines how close we can get to these ideal values in practice. The slope installation error m_i is determined by formula 1:

$$m_i(\text{‰}) = \frac{m_h}{L} 1000, \quad (1)$$

where m_h is the error in determining the elevation in meters, and L is the length of the section in meters.

Now let's look at the two main methods for determining elevations: geometric and trigonometric levelling.

Geometric levelling is a classic method based on sighting with a horizontal sight line using a level and reading from levelling staves. This is the most accurate method for determining elevations over short distances. Accuracy depends on the class of the level and the measurement conditions. For such short distances, the accuracy of a typical device used in construction is about 0.5 – 1.0 mm.

Trigonometric levelling determines elevation by measuring the inclined distance and vertical angle using an electronic total station. The total station measures the angle of inclination to the reflector installed at the point and the distance to it. The elevation is calculated using the formula:

$$h = S \cdot \sin(\alpha), \quad (2)$$

where S is the inclined distance and α is the angle of inclination.

The accuracy depends on the accuracy of the angle and distance measurements by the total station, as well as on the accuracy of the installation of the device and the reflector. In addition, the accuracy of trigonometric levelling deteriorates when the telescope is tilted relative to the horizontal direction. In this case, we can talk about an accuracy of within 5 mm.

Table 1

Let's summarise the values of the elevations between the edges of the pipe segment and the values of the slope accuracy in a table

Segment length	Theoretical slope	Required elevation	Geometric levelling		Trigonometric levelling	
			m_i	Actual slope, ‰	m_i	Actual slope, ‰
6 M	1 ‰	6 MM	0,17	0,83 – 1,17	0,83	0,17 – 11,83
6 M	3 ‰	18 MM	0,06	2,94 – 3,06	0,28	2,72 – 13,28
6 M	20 ‰	120 MM	0,01	19,99 – 20,01	0,04	19,96 – 120,04
12 M	1 ‰	12 MM	0,08	0,92 – 1,08	0,42	0,58 – 11,42
12 M	3 ‰	36 MM	0,03	2,97 – 3,03	0,14	2,86 – 13,14
12 M	20 ‰	240 MM	0,00	20	0,02	19,98 – 120,02

Based on a comparison of the accuracy of the methods and calculation results, the following recommendations can be made.

1. For small slopes (1 ‰ – 3 ‰)

To ensure the stability and reliability of the slope, especially at 1 ‰, geometric levelling with a precision or technical level is recommended. It is easier to perform over such short distances and guarantees an error within 0.03 ‰ – 0.17 ‰.

Therefore, for reliable small slopes where every millimetre counts, geometric levelling is the preferred method due to its high accuracy and ease of use over short distances.

2. For large slopes (20 ‰)

In this case, the accuracy requirements are significantly lower. The elevations are large, and an error of a few millimetres will not have a critical impact on the final result. Trigonometric levelling using an electronic total station is perfectly acceptable and even more convenient here. An error of 3-5 mm is perfectly acceptable. Geometric levelling can of course also be used, and it will give a more accurate result.

General conclusion:

For high accuracy (slopes up to 3 – 5 ‰): priority should be given to geometric levelling. For standard accuracy (slopes over 10 ‰): Trigonometric levelling can be used effectively, as it is often more versatile and faster in construction site conditions.

Conclusions

Geodetic measurements are not just an additional, but a critically important component of acceptance hydraulic tests. In addition, the types and methods of performing such work already allow achieving the accuracy required for the correct installation of drainage systems. Together, they provide quantitative confirmation of design decisions, helping to identify hidden defects that cannot be detected by hydraulic tests alone. Thus, the integration of geodetic measurements into the hydraulic testing process allows for a new level of accuracy and reliability in quality control, transforming the bridge acceptance procedure from a visual inspection to a scientifically based analysis.

Unlike subjective assessments, geodetic data is irrefutable proof that all geometric parameters of the drainage system comply with the design documentation. This ensures the legal and technical transparency of the process. In the case of visual confirmation of the system's functioning, measurements allow the identification of minor but potentially dangerous deviations (e.g., local depressions) that could lead to water stagnation, pavement damage, and, as a result, costly repairs in the future. Early detection and correction of defects, made possible by geodetic control, is significantly cheaper than eliminating the consequences of ignoring them, such as cracks, potholes, and corrosion. Accurate measurements ensure proper road slopes and effective water collection, minimising the risk of hydroplaning and increasing overall traffic safety on the bridge.

Thus, the integration of geodetic control into hydraulic testing transforms it into a comprehensive tool for ensuring the long-term reliability, economic efficiency, and safety of bridge structures.

References

1. DBN V.2.3-22:2009 Bridges and pipes. Basic design requirements. [Effective from 01.03.2010] Official publication. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2010. 46 p. [Ukrainian].
2. DBN V.2.5-75:2013 Sewerage. External networks and structures. Basic design provisions. with amendment No. 1 [Effective from 01.02.2019] Official publication. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2019. 219 p. [Ukrainian].
3. DBN A.2.1-1-2008 Research, design, and territorial activities. Research. Engineering research for construction [Effective from 07/01/2008] Official publication. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2008. 74 p. [Ukrainian].
4. Order No. 1675 of 17 April 2025 On Approval of the Procedure for Topographic Surveying at Scales of 1:5000, 1:2000, 1:1000, and 1:500 [Effective as of 17 April 2025] Official publication. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine, 2025. 59 p. [Ukrainian].
5. Basic provisions for creating topographic maps at scales of 1:5,000, 1:2,000, 1:1,000, and 1:500. Ukrgeodesykartografiya, dated January 24, 1994, No. 3. 6 p. [Ukrainian].
6. Classifier of information displayed on digital topographic maps with scales of 1:5,000–1:500. Ukrgeodesykartografiya No. 25 dated March 9, 2000. 35 p. [Ukrainian].
7. Instructions on the procedure for control and acceptance of topographic, geodetic, and cartographic works. Ukrgeodesykartografiya, No. 19 dated February 17, 2000 [Ukrainian].
8. Instructions for surveying and updating points of the State Geodetic Network of Ukraine. Ukrgeodesykartografiya No. 23 dated February 29, 2000. 28 p. [Ukrainian].

9. Conventional signs for topographic plans on a scale of 1:5,000 – 1:500. Ministry of Ecology. No. 295, 2001. 208 p. [Ukrainian].
10. Instructions on the terms and conditions for performing aerial photography, topographic and geodetic, cartographic works, cadastral surveys by business entities, the procedure for issuing licenses and monitoring their compliance (DKNT-2.07.01-93). 92 p. [Ukrainian].
11. Regulations on the procedure for organizing control in the production of digital maps, Ukrgeodesykartografiya. 1997 [Ukrainian].
12. Sossa, B. & Havryshchuk, V. Vykorystannia metodu Monte-Karlo pry doslidzhenni pokhybok heodezychnykh pryladiv [Application of the Monte Carlo method in the study of errors of geodetic instruments]. *Technical sciences and technologies. Scientific journal*. 2025. 2(40). P. 472–484 DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-2\(40\)-472-484](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-2(40)-472-484) [Ukrainian].
13. Maciejewska, A., Brusak, I. and Maciuk, K. «Accuracy of bridge span measurements using classical and GNSS methods», *Budownictwo i Architektura*. 2025. 24(1). P. 163–174. DOI: <https://doi.org/10.35784/bud-arch.6321> [in English].
14. Beshr, A. Structural Deformation Monitoring and Analysis of Highway Bridge Using Accurate Geodetic Techniques. *Engineering*. 2015. 7. P. 488–498. DOI: <https://doi.org/10.4236/eng.2015.78045>
15. Erol, S., Erol, B., & Ayan, T. A general review of the deformation monitoring techniques and a case study: analysing deformations using GPS/levelling. 2024. URL: <https://www.researchgate.net/publication/228977633> [in English].

Список літератури

1. ДБН В.2.3-22:2009 Мости та труби. Основні вимоги проектування. Київ, 2010. 46 с. (Інформація та документація).
2. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. із міною № 1. Київ. Україна, 2019. 219 с. (Інформація та документація).
3. ДБН А.2.1-1-2008 Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва. Київ, 2008. 74 с. (Інформація та документація).
4. Наказ від 17.04.2025 № 1675 Про затвердження Порядку топографічної зйомки у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. Київ. 2025. 59 с. (Інформація та документація).
5. Основні положення створення топографічних планів масштабів 1: 5 000, 1:2 000 1:1000, 1: 500. Укргеодезкартографія, від 24.01.94, № 3. 6 с. (Інформація та документація).
6. Класифікатор інформації, яка відображається на цифрових топографічних планах масштабів 1:5 000 – 1:500. Укргеодезкартографія № 25 від 9.03.2000 р. 35 с. (Інформація та документація).
7. Інструкція про порядок контролю і приймання топографо-геодезичних та картографічних робіт. Укргеодезкартографія, № 19 від 17.02.2000 р. (Інформація та документація).
8. Інструкція з обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі України. Укргеодезкартографія № 23 від 29.02.2000 р. 28 с. (Інформація та документація).
9. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5 000 – 1:500. Міністерство екології. № 295, 2001. 208 с. (Інформація та документація).
10. Інструкція про умови і правила виконання аерофотознімальних, топографо-геодезичних, картографічних робіт, кадастрових знімачів суб'єктами підприємницької діяльності, порядок видачі ліцензій та контроль за їх дотриманням (ДКНТА-2.07.01-93). 92 с. (Інформація та документація).
11. Положення про порядок організації контролю при виготовленні цифрових карт, Укргеодезкартографія, 1997 р. (Інформація та документація).
12. Сосса Б., Гавришук В. Використання методу Монте-Карло при дослідженні похибок геодезичних приладів. *Технічні науки та технології. Науковий журнал*. 2025. Чернігів. 2(40). P. 472–484. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-2\(40\)-472-484](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2025-2(40)-472-484).
13. Maciejewska, A., Brusak, I. and Maciuk, K. () “Accuracy of bridge span measurements using classical and GNSS methods”, *Budownictwo i Architektura*. 2025. 24(1). P. 163–174. DOI: <https://doi.org/10.35784/bud-arch.6321>.

14. Beshr, A. Structural Deformation Monitoring and Analysis of Highway Bridge Using Accurate Geodetic Techniques. Engineering. 2015. 7. P. 488–498. DOI: <https://doi.org/10.4236/eng.2015.78045>.

15. Erol, S., Erol, B., & Ayan, T. A general review of the deformation monitoring techniques and a case study: analysing deformations using GPS/levelling. 2024. URL: <https://www.researchgate.net/publication/228977633>.

Гавришук В. В., канд. техн. наук, <https://orcid.org/0000-0003-3164-44266>

Сосса Б. Р., д-р філос. з геодезії та землеустрою, <https://orcid.org/0000-0003-4484-4865>

Державний торговельно-економічний університет (ДТЕУ), Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ У СКЛАДІ ПРИЙМАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ НА МОСТАХ

Анотація

Вступ. Проведення випробувань системи водовідведення на мостах є критично важливим етапом, що забезпечує їхню довговічність, безпеку та надійність. Ці випробування необхідні для запобігання пошкодженню конструкції мосту, яке може бути спричинене надмірною вологістю, корозією та замерзанням води.

Основні причини та завдання випробувань

Покриття мосту постійно піддається впливу атмосферних опадів у вигляді дощу, снігу. Якщо система водовідведення не працює належним чином, вода накопичуватиметься на проїзній частині, що створює додаткове навантаження на дорожнє покриття та гідроізоляційний шар. Це може призвести до їхнього швидкого руйнування, появи тріщин та вибоїн. Випробування дозволяють переконатися, що вся вода ефективно збирається та відводиться.

Металеві елементи мосту, такі як арматура, балки та опорні конструкції, чутливі до корозії, яка посилюється під впливом води, солі та хімічних реагентів, що використовуються взимку для боротьби з ожеледицею. Належна робота системи водовідведення мінімізує контакт металу з агресивним середовищем, значно збільшуючи термін експлуатації споруди.

Вода, що не відводиться з поверхні мосту, сприяє підвищенню проявів аквапланування, особливо під час сильного дощу. Це значно підвищує ризик дорожньо-транспортних пригод. Випробування допомагають ідентифікувати та усунути зони, де вода застоюється, забезпечуючи безпечні умови для руху транспорту.

Випробування, що включають проливні тести або тести на герметичність, дозволяють виявити дефекти, які неможливо побачити візуально: засмічення дренажних труб, тріщини в гідроізоляції або неправильний похил дорожнього покриття. Це дає змогу оперативно усунути проблеми, перш ніж вони спричинять серйозні пошкодження.

Регулярні випробування та своєчасний ремонт системи водовідведення є значно дешевшими, ніж капітальний ремонт мосту, який може бути спричинений руйнуванням конструкцій через дію атмосферних опадів. Ці заходи є частиною планового технічного обслуговування, яке допомагає уникнути непередбачених витрат у майбутньому.

Випробування системи водовідведення на мостах є не просто формальною процедурою, а невід'ємним елементом відповідального управління інфраструктурою, що забезпечує довгострокову стійкість, економічну ефективність та безпеку мостових споруд.

Проблематика. Незважаючи на загальну важливість випробувань, відсутні уніфіковані стандарти та методики, що дозволяли б проводити повний та всебічний аналіз. Кожен міст має унікальні характеристики (довжина, ширина, похили, тип конструкції), що вимагає індивідуального підходу до кожного випробування. Це ускладнює порівняння результатів та розробку універсальних рекомендацій.

Мета. Основною метою гідравлічних випробувань на мостах є забезпечення надійності, довговічності та безпеки мостової споруди через ефективне відведення води. Ці випробування дозволяють підтвердити, що система водовідведення працює належним чином, запобігаючи руйнівним наслідкам, спричиненим надмірною вологістю. Виконанню гідравлічних випробувань передують геодезичні роботи — це контроль і фіксація фактичних характеристик системи водовідведення. Це включає перевірку проєктних похилів дорожнього покриття та дренажних лотків, розташування водоприймальних воронок та зливних трубопроводів. Точність цих даних критично важлива для забезпечення ефективного збору та відведення води з поверхні моста, що запобігає її застою та подальшому руйнуванню

Проведення геодезичних робіт на мостах має свої специфічні особливості та виклики:

Роботи часто проводяться в умовах активного транспортного руху, що вимагає використання сучасного високоточного обладнання та дотримання підвищених заходів безпеки.

Міст — це динамічна споруда, яка постійно зазнає впливу температурних коливань. Це може призводити до розширення або стискання матеріалів, що впливає на точність вимірювань.

Доступ до деяких елементів системи водовідведення, наприклад, внутрішніх дренажних труб або зливів, може бути обмежений, що вимагає використання спеціальних методів та інструментів.

Таким чином, якісне проведення геодезичних робіт у складі приймальних випробувань є невід’ємним елементом забезпечення довговічності, безпеки та функціональності мосту, допомагаючи уникнути прихованих дефектів та дороговартісних ремонтів у майбутньому.

Матеріали та методи. При дослідженні похибок геодезичних приладів і результуючих координат застосовано спосіб апіорного симуляційного моделювання. При оцінці точності геодезичних робіт використано метод статистичного аналізу.

Результати. В роботі детально описано етапи, засоби та роботи геодезичних вимірювань, як складової частини виконання робіт з перевірки ефективної роботи системи водовідведення. На основі аналізу точності виконання геодезичних робіт надано рекомендації щодо методики виконання спостережень

Висновки. Інтеграція геодезичних вимірювань у гідравлічні випробування мостів є критично важливою, оскільки вона надає об’єктивні та документальні докази відповідності системи водовідведення проєктним вимогам. Комплексний аналіз забезпечує довгострокову надійність, економічну ефективність та підвищує безпеку руху на мосту, перетворюючи приймальні випробування на науково обґрунтований процес.

Ключові слова: будівництво та експлуатація мостів, водовідведення, похили, геодезичні вимірювання, похибки, нівелювання.